



**AgEcon** SEARCH  
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

*The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library*

**This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.**

**Help ensure our sustainability.**

Give to AgEcon Search

AgEcon Search  
<http://ageconsearch.umn.edu>  
[aesearch@umn.edu](mailto:aesearch@umn.edu)

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

**C. F. C. S.**

**ASSOCIATION INTER-CARAÏBE DES PLANTES ALIMENTAIRES  
CARIBBEAN FOOD CROPS SOCIETY**

---

**COMPTES RENDUS – SEPTIÈME CONGRÈS ANNUEL  
PROCEEDINGS – SEVENTH ANNUAL MEETING**

---

**Martinique — Guadeloupe**

**1969**

---

**VOLUME VII**

# LES VERTISOLS SUR CALCAIRE AUX ANTILLES PROBLÈMES D'UTILISATION AGRICOLE

J. DE CRECY

---

## AVANT-PROPOS

Les vertisols, par l'importance de la superficie qu'ils occupent dans nos régions ne sont pas seulement un motif de classification pédologique, mais un support agricole qui doit mériter une attention toute particulière.

Les types de vertisols varient considérablement suivant leur origine géologique : volcanisme ancien ou récent et roches sédimentaires. Dans cette note, nous nous limiterons volontairement aux vertisols développés sur calcaire, d'abord parce qu'ils sont largement répandus, ensuite parce qu'ils permettent d'étudier certains phénomènes propres à ce groupe de sols, en évitant des interférences dues à des conditions de formation plus complexes.

En Guadeloupe, l'inventaire complet des sols de Grande-Terre — essentiellement formés de vertisols sur calcaire — a été dressé sur carte pédologique à l'échelle du 1/10 000<sup>ème</sup>, actuellement sous presse (\*).

Antérieurement, les mêmes travaux ont été effectués à Marie-Galante. La carte a été publiée (\*\*).

Le but de ce propos est, d'une part, de faire connaître les caractères spécifiques de ces sols, en les replaçant dans un contexte de connaissances acquises, et d'autre part, exposer les problèmes que posent leur utilisation agricole, en formulant à ce sujet des hypothèses propres à les résoudre.

Nous examinerons donc successivement les points suivants :

- Un rappel des caractéristiques pédologiques des vertisols en général.
- Les conditions particulières de formation des vertisols sur calcaire.
- La répartition des différents types.
- Les critères d'utilisation agricole et exposés des problèmes qui en résultent.

---

(\*) Sous la direction de l'O. R. S. T. O. M. (M. COLMET-DAAGE) et la participation directe de l'auteur de cette note, pour le compte de S. O. G. R. E. A. H.

(\*\*) O. R. S. T. O. M. — M. COLMET-DAAGE.

*I. N. R. A., Station d'Agronomie, C. R. A. A. G., Guadeloupe.*

## A. CARACTÉRISTIQUES PÉDOLOGIQUES DES VERTISOLS

Le vertisol a été défini par la 7<sup>e</sup> Approximation Américaine, comme contenant au moins 35 % d'argile gonflante, représentée principalement par la montmorillonite. Cette définition est en voie d'être utilisée par toutes les classifications. Le terme de « vertisol » remplace toutes les anciennes dénominations ayant trait surtout à la couleur noire de l'horizon de surface : sols noirs tropicaux, dark clay soils, black cotton soils, etc...

### *Evolution*

Le vertisol n'est pas un sol évolué. Il a un profil de type A/C ou A (B) C. D'ailleurs dans le cas où le vertisol se trouve en condition d'évoluer, cette évolution affecte également la minéralogie de l'argile. Nous ne parlerons pas non plus des vertisols salins, gypseux ou à alcalis qui posent des problèmes de mise en valeur agricole hors de notre propos.

L'horizon (B) ne se distingue de l'horizon A que par la couleur et la structure. Il peut inclure un niveau à pseudo-gley plus ou moins prononcé. Le passage de l'horizon (B) à la roche mère est tantôt brutal, (cas d'une roche dure inaltérée), soit progressif dans le cas d'une roche meuble, ou d'argile de décalcification compacte.

L'horizon A est le plus souvent décarbonaté, mais toujours calcique ou magnésien.

### *Minéralogie de l'argile*

Ce sont surtout les propriétés minéralogiques des argiles smectiques ou gonflantes qui confèrent aux vertisols leurs caractères spécifiques. Les propriétés les plus importantes à retenir du point de vue agronomique sont les suivantes :

- dans la structure microcristalline, l'espacement des feuillets permet une capacité d'échange ionique très élevée, de l'ordre de 100 milliéquivalents pour 100 g d'argile,
- cet espacement est variable sous l'effet de l'hydratation, d'où le caractère gonflant à l'humidification et le retrait à la sécheresse,
- les particules d'argile, ainsi « lubrifiées » glissent les unes sur les autres, d'où le caractère de plasticité et d'adhérence qui apparaît même à de faibles humidités,
- la nature des cations fixés a une incidence directe sur le taux de gonflement d'hydratation : maximum avec le sodium, minimum avec le potassium, moyen avec le calcium. Le magnésium confère à l'argile une fluence qui la transforme facilement en boue. Pour donner un ordre de grandeur, un taux de 10 à 15 % de sodium par rapport à la capacité d'échange fait doubler la capacité en eau d'un vertisol calcique.

## B. CONDITIONS DE FORMATION

La formation des vertisols sur calcaire répond à des conditions écologiques déterminées :

- pluviométrie moyenne, annuelle de 600 à 1 300 mm avec une saison sèche marquée.

Au-delà de 1 300 mm de pluie, le taux d'argile montmorillonite décroît au profit de la métahalloysite et même de la kaolinite. Ainsi, au-delà d'une certaine pluviométrie, les sols échappent progressivement à la définition des vertisols. Ces processus d'évolution semblent applicables à d'autres îles que la Guadeloupe. En effet, à Barbade, L. AHMAD et R. L. JONES signalent une décroissance progressive du taux de montmorillonite avec l'augmentation de la pluie annuelle : 55 % pour 1 250 mm, et 20 % pour 2 250 mm.

En ce qui concerne Grande-Terre en Guadeloupe : la roche mère est essentiellement formée de calcaires miocènes-madréporiques, coralliens et récifaux. Les calcaires miocènes sont également largement représentés dans toute la zone caraïbe.

• Le relief, à part la zone karstique des Grands-Fonds, dont la majeure partie est située dans une zone climatique où la pluviométrie dépasse 1 300 mm, est constitué de plateaux différenciés en pseudo-terrasses par suite de failles et de fractures, et en plaines où les argiles de décalcification recouvrent partiellement un substratum ferrallitique ancien.

Aux différents facteurs de genèse correspond une diversité logique des types de sols.

### C. CLASSIFICATION ET RÉPARTITION DES TYPES DE VERTISOLS SUR CALCAIRE

Pour des raisons plus agronomiques que pédologiques, il convient d'abord de distinguer les sols formés sur la roche calcaire en place, que nous appellerons lithomorphes, de ceux qui se sont développés sur des argiles dérivées des calcaires, bien que dans certaines zones de transition, la distinction ne soit pas toujours facile à faire.

Les vertisols lithomorphes se situent schématiquement sur les pentes et les plateaux, les autres dans les plaines, les vallées et les cuvettes.

Les vertisols lithomorphes dépendent directement du couple climat-relief. La figure n° 1 ci-contre illustre l'influence conjuguée de la situation topographique et de la pluviométrie sur la profondeur du sol et la répartition des différents types. Au contraire, l'évolution des sols de plaine échappe, dans une certaine mesure, au gradient pluviométrique, parce qu'en réalité, ils reçoivent en plus de la pluie, les eaux excédentaires de ruissellement. Le problème posé est alors celui de l'hydromorphie temporaire.

En ce qui concerne les sols lithomorphes peu profonds, la sécheresse ou l'érosion ne permet pas la constitution de vertisols au sens strict, bien que l'argile formée soit aussi de la montmorillonite. L'importance des matières amorphes, des débris calcaires, et du taux élevé de matière organique les font plutôt apparenter aux rendzines. Tous les termes de passage existent. Il est remarquable de constater que le taux de matière organique de l'horizon A est, grosso modo, inversement proportionnel à la profondeur totale des sols (cf. fig. 2). L'influence de la matière organique, vis-à-vis de la structure, sera abordée plus loin. En regroupant les classements pédologiques, on retiendra trois grandes catégories du point de vue de l'utilisation agricole :

1° Les sols lithomorphes humifères, de pentes ou de zones sèches, à profil A/C, d'une profondeur de 25 à 40 cm, développés directement sur roches ou tufs calcaires,

avec inclusion de débris et fragments rocheux dans la masse (rendzines et calcimorphes vertiques).

2° Les sols lithomorphes à profil A (B) C, d'une profondeur variant de 40 à 150 cm. Ils peuvent être considérés comme des orthotypes.

3° Les sols développés sur les argiles de dépôts ou de comblement, présentant une hydromorphie plus ou moins marquée (sols de plaines).

Les caractéristiques pédologiques de ces trois catégories sont illustrées par les fiches de description de profils types reportées en fin d'article.

#### D. CRITÈRES D'UTILISATION AGRICOLE

A l'examen des fiches de profil pédologique, que peut-on en déduire du point de vue de l'utilisation agricole ?

Quand on a affaire à des problèmes d'aménagement, on emploie des critères de classification des terres (land classification) dans la mesure où le terme « terre » implique une notion de surface.

Ces critères définissent des aptitudes culturales en fonction de facteurs de situation — climat et topographie — et en fonction de facteurs concernant le comportement physique, mécanique et chimique des sols.

La synthèse de ces critères permet de proposer des types d'aménagement susceptibles d'augmenter la productivité de la zone agricole étudiée.

##### a) *Facteurs de situation : climat et topographie*

Les sols de catégorie I, ou bien se trouvent en climat humide sur fortes pentes, ou en climat sec en légères dépressions.

- Dans le premier cas, des mesures de conservation du sol s'imposent : constitution de terrasses, cultures en contour, enherbement des versants, etc... Ces mesures sont loin d'être réalisées, et l'on constate la plupart du temps des défrichements abusifs et des cultures dans le sens de la pente qui aboutissent en définitive à l'établissement irréversible d'un manteau pierreux. Les puissants moyens mécaniques dont on dispose actuellement et la friabilité du sous-sol devraient permettre de restituer économiquement à l'agriculture des surfaces considérables. Il faut toutefois prévoir des pentes suffisantes et des exutoires pour l'évacuation des eaux excédentaires.

- Dans le deuxième cas, le facteur limitant est la sécheresse. Dans la mesure où on peut disposer d'eau, les sols de catégorie I sont encore les mieux placés dans l'ordre d'aptitude à l'irrigation.

En dépit du manque de profondeur apparent de ces sols, on peut envisager, après aménagement, un large éventail de cultures. On obtient déjà, sans effort particulier de mise en valeur, des rendements intéressants avec certaines plantes, comme le pois d'angle par exemple.

Manque de profondeur apparent, avons-nous dit, car le système racinaire, à condition d'être bien alimenté en eau, peut s'établir en sous-sol. Seul un taux exagéré de calcaire actif peut poser des problèmes d'antagonisme et éliminer les espèces calcifuges.

La zone d'extension des sols de catégorie II se situe en climat moyen et topographie modérée, si bien que les facteurs physiques et mécaniques deviennent prépondérants.

Pour les sols de catégorie III, c'est la topographie qui est le critère de situation le plus important. En effet, les sols de plaines et de dépressions manifestent une hydromorphie temporaire due aux excédents d'eau qui stagnent sur place. L'aménagement principal sera donc l'assainissement. Mais la mise en œuvre se heurte aux propriétés physiques défavorables de ces sols.

#### b) *Facteurs physiques et mécaniques des sols*

Le principal obstacle à l'enracinement des plantes dans les vertisols est, en premier lieu, la présence d'un horizon (B). Il convient d'insister sur ce sujet, car il conditionne la mise en culture.

##### 1) *Caractéristiques de l'horizon (B).*

● *Perméabilité* : les essais de filtration en place et en laboratoire sur sol non remanié font apparaître une perméabilité pratiquement nulle. Il faut plusieurs jours pour faire écouler l'équivalent de 50 mm de pluie, c'est-à-dire, moins de 1 mm à l'heure. En conséquence, les eaux de ruissellement n'ont d'exutoire que grâce à l'évaporation, à la pente et au profilage adéquat des parcelles de cultures, au-dessus de l'horizon (B). Le drainage profond ne peut avoir aucun effet.

● *Réserves en eau utile* : il est facile de se méprendre sur les réserves en eau utile de cet horizon, car il apparaît toujours humide, sinon frais. On risque d'en conclure trop rapidement que cette eau est disponible pour les plantes. En effet, en utilisant la formule traditionnelle :

$$d(H - F) \times Z$$

dans laquelle :

$d$  = densité apparente,

$H$  = humidité pondérale à  $pF$  2,8 ou 3,

$F$  = humidité pondérale à  $pF$  4,2,

$Z$  = profondeur de l'horizon considéré,

on obtient sur 1 m d'épaisseur des valeurs de 200 à 250 mm. En réalité, cette formule est inapplicable aux vertisols, d'abord parce que c'est oublier que la densité apparente est essentiellement variable en fonction de l'humidité, ensuite qu'il n'existe pas de valeur unique de  $pF$  caractérisant la capacité au champ (\*).

A la suite de nombreux prélèvements d'horizon (B), on constate une très bonne relation entre la densité apparente et l'humidité pondérale des échantillons non remaniés. A l'humidité la plus grande correspond la densité apparente la plus faible (\*\*). Les essais de dessèchement en étuve du même horizon ont montré une exacte coïncidence entre le volume d'eau évaporé et le volume laissé par les fentes de retrait.

---

(\*) DOLGOV, 1948, MARSHALL, 1949, BONNEAU, 1961, GRAS, 1962, COMBEAU, 1963. Cités par A. FEODOROFF dans B. T. I., 1965, n° 201.

(\*\*) Prélèvements effectués en Guadeloupe et Martinique par l'O. R. S. T. O. M., S. O. G. R. E. A. H. et la Station d'Agronomie du C. R. A. A. G.

Ces constatations conduisent à supposer que l'horizon (B) du vertisol est dépourvu de porosité pour l'air et que la porosité pour l'eau est extensible. On peut alors poser :

$$hv = 1 - \frac{d_{hv}}{D} \quad (1)$$

$hv$  = humidité volumique quelconque,  
 $d_{hv}$  = densité apparente du sol à l'humidité  $hv$ ,  
 $D$  = densité réelle

ce qui signifie qu'à tout moment, la microporosité est égale à la porosité totale. On tire de (1) les autres relations suivantes :

$$hp = \frac{D - d_{hp}}{D} \quad (2) \quad \begin{array}{l} hp = \text{humidité pondérale} \\ d_{hp} = \text{densité apparente à l'humidité } hp \end{array}$$

(cf. fig. 3).

Les courbes théoriques en surcharge sur les points expérimentaux confirment la validité de l'hypothèse. Elles sont calculées ici pour  $D = 2,30$  (valeur la plus courante) et  $D = 2$  et  $D = 2,5$ , valeurs extrêmes ;  
ou encore :

$$d_{hp} = \frac{1 + Dh\phi}{D} \quad (3)$$

Pour exprimer la diminution de volume entre un point d'humidité  $hp_2$  par rapport au volume initial correspondant à l'humidité maximale  $hp_1$  on aura :

$$\frac{\Delta V}{V_1} = \frac{(hp_1 - hp_2) D}{1 + Dh\phi_1} \quad (4)$$

Cette formule a été également proposée par G. D. ATCHISON et P. G. RICHARDS en Australie, pour apprécier les mouvements verticaux imprimés aux revêtements routiers établis sur vertisols. Ceci confirme notre point de vue. On peut utiliser directement l'expression (4) pour évaluer la réserve en eau utile, puisque la diminution de volume est égale aux pertes d'eau. Cette évaluation est donc relative au maximum d'eau que le sol est en mesure d'absorber au champ. L'humidité du sol en place est nettement inférieure à celle qui est mesurée en laboratoires au même  $pF$  car le sol est alors sous une forme artificiellement expansée.

C'est également le cas pour les mesures d'humidité au point de flétrissement.

Si on veut évaluer le volume d'eau disponible entre deux points d'humidité volumique, par rapport au volume des agrégats et non par rapport au volume initial avant dessèchement, on a :

$$d_1 hp_1 - d_2 hp_2 = \text{volume d'eau disponible,}$$

en reprenant modèle sur la formule habituelle.

• *Mode d'évaporation* : en faisant évaporer à température constante ( $40^\circ$ ), et dans les mêmes conditions des échantillons non remaniés de sols ferrallitiques et de vertisols (horizon (B)), on s'aperçoit que les courbes de dessèchement par rapport au temps sont nettement différentes (fig. 4). Dans le cas du sol ferrallitique, la courbe est de type exponentielle, conforme à la théorie du potentiel capillaire. En ce qui concerne le vertisol, quand l'humidité est exprimée par rapport au volume effectif occupé par le



sol, on obtient une droite. La vitesse d'évaporation est donc constante, quelle que soit l'humidité. Tout se passe comme si l'évaporation était périphérique. Dans ces conditions, comment les racines des plantes s'alimentent-elles en eau ? Qu'advient-il des concentrations en sels solubles ? Autant de questions qui ne seront vraiment résolues à notre avis qu'en posant le problème de la dynamique de l'eau dans les vertisols en *termes de volume et non de poids*, et en débit plutôt qu'en réserve statique.

• *La structure* : la structure, considérée comme un fractionnement en unités géométriques similaires du sol en place, en deçà des dimensions granulométriques élémentaires, ne peut se manifester dans l'horizon (B) qu'au cours du dessèchement. Si on assimile les blocs déterminés par les fentes de retrait à des colonnes à section carrée — ce qui n'est pas tout à fait le cas, mais s'en approche — on calcule, pour une diminution de volume de 20 % : qu'à une section de 400 cm<sup>2</sup> ou 20 cm de côté, les fentes entre blocs font 3 cm et qu'à une section de 100 cm<sup>2</sup> ou 10 cm de côté correspond un retrait entre blocs de 1,5 cm. La relation entre la longueur des côtés et l'épaisseur des fentes pour une diminution de volume donnée est linéaire. La longueur des côtés déterminant les zones de rupture est tributaire de la cohésion interne de la masse argileuse. Elle est de l'ordre de 20 à 80 cm pour l'horizon (B).

C'est sous ce biais que nous aborderons les caractéristiques des horizons A, car ceux-ci ne diffèrent des horizons (B) que par une structure plus fragmentée, associée à une teneur en matière organique beaucoup plus importante. Pour les sols de catégorie I, développés directement sur calcaire, la présence d'éléments gravillonnaires et pierreaux introduit une variable supplémentaire.

## 2) *Caractéristiques des horizons A.*

C'est en effet la matière organique, l'effet mécanique des racines et l'alternance de sécheresse et d'humidité qui confèrent aux horizons A des vertisols une structure en éléments de dimension réduite, favorable à la culture.

En reprenant l'hypothèse de BRADFIELD cité par DEMOLON, on peut supposer que « la matière organique active au lieu de se répartir uniformément dans la masse du sol, se déposerait à la surface des mottes existantes et, de ce fait, constituerait une carapace protectrice hydrophobe ».

Cette carapace protectrice hydrophobe réduisant la « mouillabilité » de l'argile a un effet de division et de retard sur la prise en masse à l'état humide. L'alternance d'humidité et de sécheresse tend également à fractionner les mottes, si bien que dans les sols peu profonds qui sont les plus sensibles aux variations climatiques, on constate une structure en granules qui a donné, par extension à ces sols, le nom de grumosols. Ce type de structure est d'autant plus prononcé que le taux de matière organique est élevé. Le faible taux relatif d'argile va aussi dans le même sens.

Aussi, dans le cas des sols de catégorie III, où le taux de matière organique est faible (2 à 3 %) par rapport au taux d'argile (60 à 80 %), les éléments structuraux sont plus larges et se rapprochent des propriétés défavorables des horizons (B). On peut alors trouver des surfaces de glissement appelées par les Américains « slickenside » et qui correspondent au frottement des interfaces des agrégats, les uns sur les autres au cours des mouvements internes du sol.

Au lieu d'avoir une structuration naturelle (catégorie I), il faut créer dans les sols de plaines une structure artificielle obtenue à grand peine par des labours et des façons

culturelles faits à temps. Cette structure, d'ailleurs, ne reste pas stable à l'eau. Il serait instructif de comparer les structures obtenues avec des taux de matière organique croissants dans les sols de catégorie III.

L'effet mécanique des racines est aussi un facteur important. Il est reconnu que les racines de cannes à sucre, par exemple, sont améliorantes. Reste à savoir si d'autres plantes auraient des effets meilleurs ou similaires, ce qui invite à rechercher le pourquoi et le comment de ces mécanismes.

## E. CLASSEMENT DES TERRES

En définitive, et en manière de résumé, le classement des différentes catégories de vertisols sur calcaire se présente ainsi dans l'état actuel de nos connaissances.

### *Catégorie I :*

Sols de versants en climat relativement humide. Bonnes terres du point de vue physique ; apparemment peu profonds, mais l'ameublissement du sous-sol calcaire est possible. Large éventail de cultures, y compris maraîchages et arbres fruitiers avec restriction cependant pour les plantes craignant le calcaire actif. Travaux anti-érosifs indispensables. Épierrages des éléments les plus grossiers. Ces terres peuvent largement bénéficier d'une irrigation, sans inconvénients majeurs. Du point de vue chimique, complément indispensable en potassium, comme pour toutes les autres catégories.

En zone sèche et sur plateaux, à part les mesures anti-érosives, prévoir les mêmes aménagements que ci-dessous. L'approfondissement et l'épierrage seront plus difficiles et plus onéreux.

### *Catégorie II :*

Sols en situation climatique et topographique intermédiaire. Terres d'autant meilleures que l'horizon (B) est de faible épaisseur. Nécessité d'aménager des pentes régulières pour évacuer les eaux excédentaires et faciliter la mécanisation. Eventail de cultures plus réduit (impermeabilité, compacité). L'irrigation est profitable, moyennant des techniques déjà délicates.

### *Catégorie III :*

Sols de plaines et de dépressions. Sans aménagements, on constate l'asphyxie des racines à moins de 50 cm de profondeur. Un type d'assainissement compatible avec la mécanisation est indispensable. Le drainage profond est inutile, car sans effets. Eventail de cultures réduit : en Guadeloupe essentiellement canne à sucre. En d'autres lieux, coton et riz. Reconversion possible en prairies, mais à étudier de près.

Ces terres, subissant le ruissellement et l'inondation en période humide, peuvent s'assécher profondément en période sèche. L'irrigation est donc souhaitable, mais reste d'un maniement très difficile, car on risque, à la suite d'arrosages excessifs ou trop rapides, de provoquer des accidents de végétation pires qu'avec la sécheresse.

## CONCLUSION

Les vertisols sur calcaire sont des sols à part qui doivent leurs propriétés physiques et chimiques à l'argile montmorillonite et en proportion de celle-ci, propriétés qui sont, en définitive, défavorables.

La classification pédologique permet de bien connaître les différences de comportement des différents types, mais du point de vue d'une meilleure utilisation agricole, des problèmes essentiels restent posés, en particulier celui de l'alimentation en eau des plantes, lié à celui de la structure. Il serait souhaitable que les praticiens, les agronomes et les spécialistes du sol de la zone caraïbe affrontés aux mêmes difficultés puissent confronter les résultats de leurs expériences et de leurs recherches, afin d'améliorer concrètement la mise en cultures de ces terres et leur assurer une meilleure productivité.

## ANNEXES

### *Catégorie I*

#### *Liithomorphe à profil A/C*

*Exemple* : calcimorphe verticale

*Situation topographique* : en zone sèche : microbassin en relief ondulé.  
en zone humide : versants à pente forte.

#### *Description*

Horizon A : Couleur brun foncée (Munsell 10 YR 3/3), parfois légèrement rougeâtre. Les caractères 0 à 30 cm d'adhérence commencent à se manifester à l'état humide. Structure nuciforme à grumelleuse à l'état sec. Débris calcaires dans la masse. Pas de fentes de retrait visibles, ni de surfaces de glissement (slickenside). Chevelu racinaire abondant.

Passage à la roche mère sans transition (légère décoloration avant la roche). Dans le cas de zone humide présence de débris jaunes (calcaires altérés). On peut trouver soit la roche dure, soit du tuf friable.

#### *Granulométrie* :

- Argile : 40 à 60 %, mais le pourcentage de montmorillonite ne dépasse pas 30 à 35 %.
- Limon : 20 % en moyenne.
- Pourcentage de terre fine à 2 mm : 50 à 80.

*Capacité totale d'échange* : 40 à 60 milliéquivalents.

*Complexe absorbant* : saturé presque totalement en calcium, très faible taux de potassium.

*Matière organique* : 4 à 6 %.

#### *Hydrodynamique* :

- La perméabilité est acceptable tant que les agrégats ne sont pas détruits.
- Humidité à  $pF$  2,8 : 30 à 35 % du poids sec de terre fine.
- Humidité à  $pF$  4,2 : 20 à 25 % — —
- Densité réelle : 2,40 à 2,50.

## Catégorie II

### Lithomorphe à profil A (B) C

Vertisol brun-jaune (orthotype).

*Situation topographique* : versants à pente modérée en zone humide.  
plateaux et bas-fonds localisés en zone sèche.

#### Description

Horizon A : Couleur brun gris très foncé (Munsell 10 YR 3/2).  
ou Ap (cultivé)

0 à 30 cm Les « chromas » ne dépassent jamais 2 et les « values » jamais 4. Très argileux. Structure : fentes de retrait à l'état sec, blocs sous la bêche à l'état frais en formant des mottes grossières et fermes, Selfmulching de quelques centimètres quand le sol est en voie de dessèchement. Massif à l'état humide. Assez compact à compact selon le degré d'humidité. Nettement adhérent et plastique. Quand cet horizon dépasse 30 cm, on peut constater des surfaces de glissement (slickenside). Quand le sol, en surface, est totalement décarbonaté, on peut trouver quelques fins pisolithes ferromanganiques. Le système racinaire s'établit, de préférence, sur les interfaces des agrégats en suivant les lignes de fracture.

Horizon (B) : Couleur très caractéristique et très constante, brun-jaune (Munsell 10 YR 5/6 et 5/4).  
30 à 130cm A l'état frais et humide, c'est une pâte compacte argileuse, uniforme, massive, adhérente et plastique. Sauf au départ de l'horizon (B), le sol n'est jamais vraiment sec ; et les fentes de retrait dépassent rarement 50cm. D'ailleurs, les racines peu nombreuses semblent s'arrêter à la profondeur maximale atteinte par les fentes de retrait.

Le passage à la roche-mère est généralement brutal, sauf dans le cas de tufs fortement altérés.

#### Granulométrie :

- Argile : de 50 à 85 %, généralement identique pour A et (B).
- Limon : de 6 à 20 %.
- Pourcentage de terre fine à 2 mm : avoisine 100 %.

*Capacité totale d'échange* : 50 milliéquivalents ou plus, aussi bien pour A que pour (B), quel que soit le taux de matière organique.

*Complexe absorbant* : saturé ou légèrement acide en A (le pH varie de 6,7 à 7,5), le calcium représente 70 à 80 % des bases échangeables. Le taux de potassium échangeable reste très faible : de 0,10 à 0,60 milli-équivalent, en moyenne 0,20. La quantité de sodium est souvent supérieure à celle de K.

*Matière organique* : en moyenne de 3,5 % dans l'horizon A. Baisse brusquement dans l'horizon (B) : 0,7 % en moyenne.

#### Hydrodynamique :

- La perméabilité est nettement plus défavorable que pour l'horizon A des sols de la catégorie I. Quant à l'horizon (B), il est pratiquement imperméable à l'état humide.
- Humidité à pF 2,8 : 45 à 65 % suivant le taux d'argile et la composition du complexe absorbant.
- Humidité à pF 4,2 : de 30 à 40 %.
- Densité réelle : de 2,20 à 2,40, étroitement liée au pourcentage d'argile et de matière organique.

*Situation topographique* : plaines, fonds de vallées, dépressions.

## Catégorie III

### Vertisols développés sur argiles de dépôts à hydromorphie temporaire de surface ou d'ensemble

#### Description

Horizon A : Teinte sale, couleur variant de brun-jaune foncé à gris très foncé (gamme Munsell 10 Y. R. dominante. Values de 4 à 2. Chromas de 4 à 1 — gammes 7,5 YR et 2,5 Y  
ou Ap (cultivé) plus rares).  
0,30 cm

Taches rouille, fins pisolithes ferromanganiques. Structure massive et en blocs. Les racines ont tendance à pourrir et laissent des traînées ocre à leur emplacement. Compact, adhérent et plastique, généralement humide ou frais. En période de sécheresse, l'humidité persiste à l'intérieur des blocs isolés par des fentes de retrait.

- Horizon B<sub>2,1</sub> ou (B<sub>g</sub>) : Couleur brun-gris (gamme 10 YR la plus fréquente 5/2 et 5/4, plus rarement 5/1 et 6/1). Très argileux, compact, massif, adhérent et plastique. Taches rouille et souvent filets et veines grisâtres. On trouve de temps en temps quelques débris calcaires peu ou non altérés. Le pH a tendance à monter. Les racines deviennent rares ou disparaissent.
- (épaisseur variable)
- Horizon B<sub>22</sub> ou BC : Couleur uniforme jaune à brun-jaune dans les tons clairs (10 Y. R. 7/6 et 5/4 pour le plus foncé). A part cette teinte plus claire, cet horizon est semblable à l'horizon (B) du vertisol « brun-jaune » décrit plus haut.

*Caractéristiques physico-chimiques* : identiques dans l'ensemble à celles du vertisol brun-jaune, de catégorie II, aux différences suivantes :

- taux d'argile légèrement supérieur,
- capacité totale d'échange dépassant régulièrement 50 milliéquivalents,
- taux de matière organique en légère baisse dans l'horizon A, 3,2 % en moyenne.
- les humidités à pF 2,8 et 4,2 sont relativement plus élevées.

La perméabilité est quasi nulle sur l'ensemble du profil à l'état saturé.

*Remarque* : les vertisols développés à partir de matériaux argileux d'origine lagunaire, accumulés dans des dépressions préexistantes sont magnésiens et sodiques. Ils sont exclus de notre exposé.

## RÉSUMÉ

Les vertisols — autrement dit « argiles noires tropicales » ou encore « black cotton soils » — recouvrent des surfaces agricoles importantes tant en Guadeloupe que dans toutes les îles caraïbes.

La couleur noire de ces sols pourrait faire croire à une très bonne fertilité naturelle, mais en réalité ils posent, de par leur origine et leur formation, de nombreux problèmes d'utilisation (enracinement des plantes, façons culturales, mécanisation, irrigation).

La clef de ces problèmes réside dans une meilleure connaissance du comportement hydrique des argiles gonflantes, auxquelles on ne peut appliquer les mesures ni les calculs de besoins en eau traditionnels. Plusieurs hypothèses et voies de recherche sont exposées ici.

Une coordination des travaux sur ce sujet des agronomes et chercheurs dans les Caraïbes paraît souhaitable.

## SUMMARY

### VERTISOLS ON LIMESTONE IN THE CARIBBEAN PROBLEMS OF AGRICULTURAL UTILIZATION

The vertisols often known as « tropical black clays » or « black cotton soils » represent important agricultural areas in Guadeloupe, as also in all the caribbean islands. This paper give more details about vertisols developed from limestone ; they present a relatively good homogeneity in Barbados, Antigua, Guadeloupe, Marie-Galante, Santo-Domingo...

All these soils do have a clay content of more than 35 %, this clay being montmorillonite, and are swelling soils with high cation exchange capacity. Their black colour could suggest a good natural fertility, in fact their origin and genesis create numerous problems for their better use : difficult plant deep rooting, tillage, mechanization, irrigation.

Their conditions of formation are low rainfall : 25 to 35 inches and classification should essentially depends on agronomical characters and depth, related to topography position and slope. In fig. n° 1, author gives relationships between rainfall and depth for soils developed on slopes or table-lands ; and in fig. n° 2, between organic matter content and depth.

The agricultural use of limestone vertisols depends on these related characters and author emphasizes importance of depth and slope position in both classification and use. A detailed study is presented about soil and water relationships actual problems. The principal point is to note the poor value of classical tests such as pF or percent weight

moisture measurement. The author suggests a better interest should result from definition of moisture from percent volume of soil (fig. n° 4). Equations are given showing the interest of density knowledge for a swelling soil (see fig. n° 3 for relationships between apparent density and weight moisture content). As classical determinations and formulas for water needs should not be applied with an optimum result, several hypothesis and research ways are discussed.

In a third part, a survey of vertisol is done, showing the interest of a simple classification, including three principal types, according to rainfall, slope, depth. Due to the importance of these soils, a cooperation in agronomical research work, in all the caribbean area, should be of great interest.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AHMAD (N.) et JONES (R. C.). — Genesis, chemical properties and mineralogy of limestone-derived soils, Barbados, West Indies, Tropical Agriculture, 1969, vol. 46, n° 1.
- AITCHISON (G. D.) et RICHARDS (B. G.). — A broad scale study of moisture conditions in pavement subgrades throughout Australia. 1965, Moisture equilibria and moisture changes in soils, Symposium, Butterworths.
- BAVER (L. D.). — Soil Physics, 1961. John Willy and Sons, Inc, New-York, London.
- BUTTERLIN (J.). — La constitution géologique et la structure des Antilles, 1956, C. N. R. S.
- CAILLERE (S.) et HENIN (S.). — Minéralogie des argiles, 1963, Masson et Cie.
- COLMET-DAAGE (F.) et LAGACHE (P.). — Caractéristiques de quelques groupes de sols dérivés de roches volcaniques aux Antilles françaises, 1965, Cahiers O. R. S. T. O. M. Pédologie, vol. III, n° 1.
- DE CRECY (J.). — Etudes préliminaires aux aménagements hydro-agricoles de la Côte Sous-le-Vent. (Document fourni à la Direction Départementale de l'Agriculture en Guadeloupe par S. O. G. R. E. A. H., Société grenobloise d'études et d'applications hydrauliques).
- Note explicative de la carte des sols de Grande-Terre (non publiée), O. R. S. T. O. M.-S. O. G. R. R. A.
- DEMOLON (A.). — Dynamique du sol (I), 1960, Paris, Dunod.
- DUCHAUFOR (Ph.). — Précis de pédologie, 1965, Masson et Cie.
- DUDAL (R.). — Dark clay soils of tropical and subtropical regions, F. A. O., 1965, Rome.
- HALLSWORTH (E. G.) & CRAWFORD (D. V.). — Experimental pedology, 1965, Butterworths, London.
- KOHNKE HELMUT. — Soil physics, 1968, McGraw-Hill Book Company, New-York.
- MILLOT (G.). — Géologie des argiles, 1964, Masson et Cie, Paris.
- SOIL CLASSIFICATION. — 7th approximation, 1960. — United States Department of Agriculture.

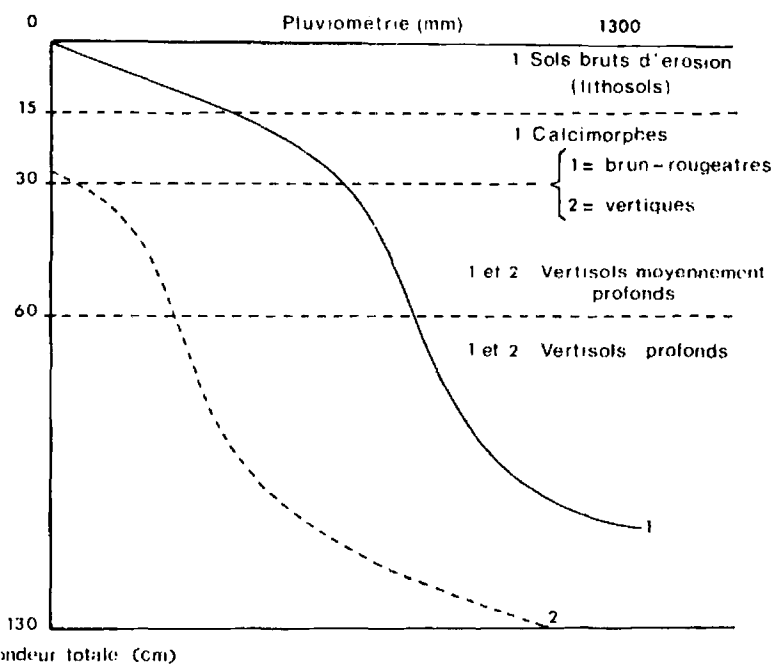


FIG. 1. — Relations entre la profondeur totale des vertisols lithomorphes et le couple pluviométrique-topographie

— Versants (1)  
- - - Plateaux (2)

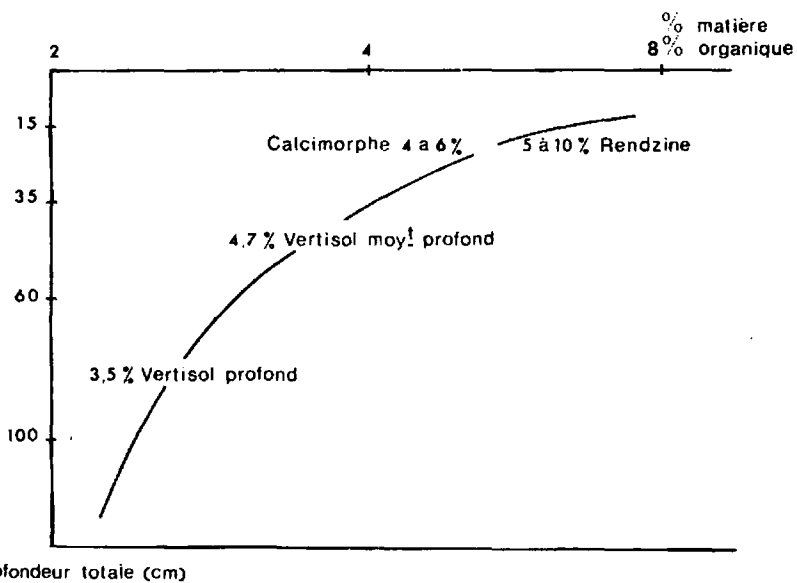


FIG. 2. — Relations entre le taux de matière organique de l'horizon de surface (A) et les profondeurs totales des différents types de vertisols lithomorphes.

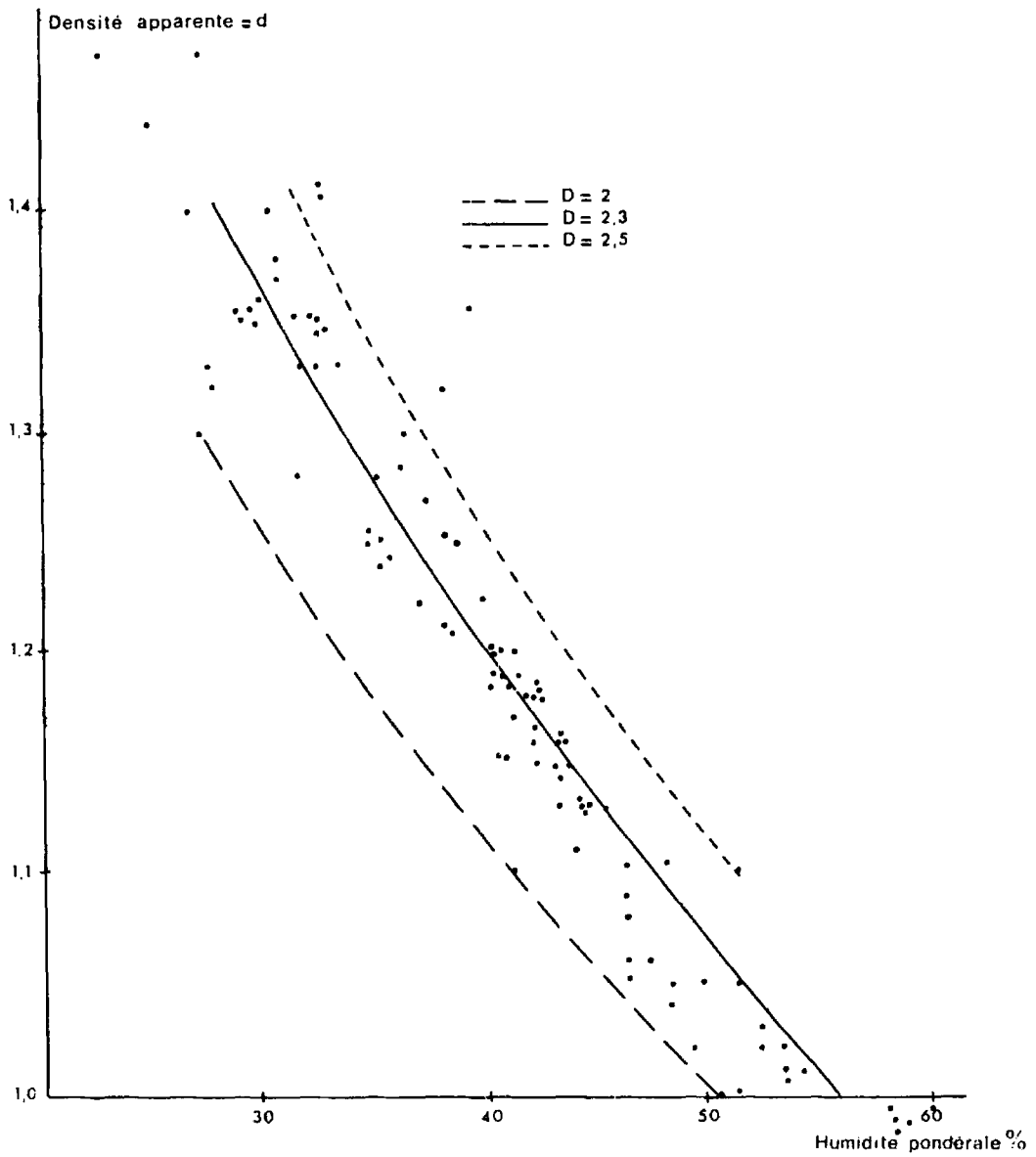
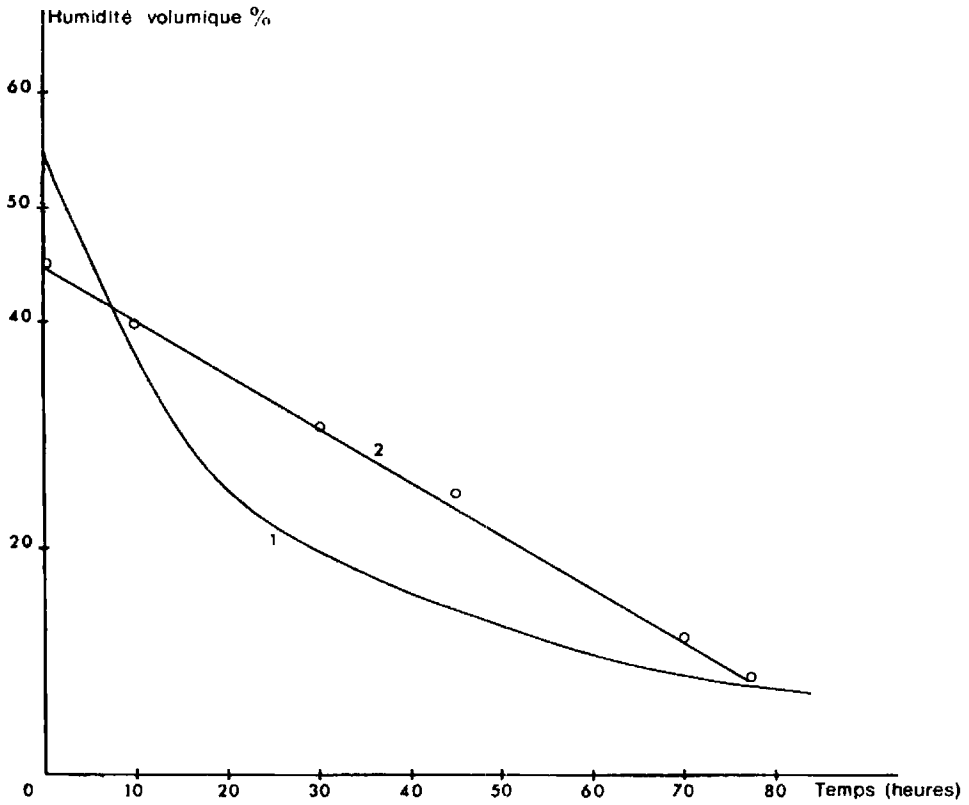


FIG. 3. — Relations entre la densité apparente et l'humidité du sol dans les vertisols de Martinique. Courbes théoriques en surcharge (formule 2).





1 Sol ferrallitique

2 Vertisol horizon (B)

FIG. 4. — Dessèchement à l'étuve (40°), volume du tube préleveur : 500 cm<sup>3</sup>  
 (1) Sol ferrallitique,  
 (2) Vertisol horizon (B).

Remarque : Pour le vertisol l'humidité volumique se rapporte au volume de sol effectif mesuré à chaque stade du dessèchement et non par rapport au volume initial.